

АПСТРАКТ

Рад представља приказ резултата заснованог на интеграцији традиционалних (аналогних) и инструменталних (дигиталних) метода снимања наслеђа. Тематски оквир рада је подстакнут учешћем на стручној радионици у Лизорију (Lizori), у Италији, одржаној у јуну 2018. године. Овај специфични методолошки оквир интегрисаног истраживања користи различите алате, у функцији морфолошких спецификација различитих делова историјске грађевине. Сама природа архитектонског наслеђа налаже интеграцију различитих метода у циљу постизања адекватног нивоа тачности. Пројекат дигитализације засеока Лизори има за циљ да, са једне стране, представи готово непознато историјско наслеђе кроз мултимедијалну презентацију, а са друге стране, постави алат за информисање за рестаурацију, одржавање и валоризацију.

Кључне речи: интегрисано истраживање, архитектонско наслеђе, дигитална документација, фотограмetriја, ласерско скенирање

УВОД

Градитељи су се од искона везивали за цртеж, интуитивно стварајући каноне за представљање осмишљеног простора или стваралачке идеје (Petrović, 1972). Сам цртеж представља једну од најстаријих изражајних вештина човека, а вероватно и најстарији комуникацијски алат човечанства. Методолошки напредак технике 3Д моделовања (енгл. 3D modeling), у циљу што једноставније визуелизације и графичке транскрипције на 2Д план (енгл. 2D plan), данас представља нове начине презентовања архитектонског наслеђа. У процесу визуелне транскрипције, засноване на употреби дигиталних алата, цртеж се измешта из свог традиционалног положаја, дефинисаног графичком израза и свести о знаку; 3Д моделинг алати

ABSTRACT

The paper presents an overview of the results based on the integration of traditional (analogue) and instrumental (digital) methods of heritage surveying. The thematic framework was stimulated by participation at the professional workshop in Lizori, in Italy, held in June 2018.. This specific methodological framework of integrated research, uses different tools, in the function of morphological specifications of different parts of a historical building. The very nature of architectural heritage requires the integration of different methods in order to achieve an adequate level of accuracy. The project of digitization of the Lizori village aims to present, on the one hand, an almost unknown historical heritage through multimedia presentation, and on the other hand, set up an information tool for restoration, maintenance and valorization.

Key words: integrated research, architectural heritage, digital documentation, photogrammetry, laser scanning

превазилазе графику, и цртеж постаје вишеструко скаларан модел који садржи све могуће погледе и начине презентовања историјске грађевине (Amoruso, Manti, 2016). Међународне повеље наглашавају значај документације у процесу идентификације, очувања и управљања културном баштином. УНЕСКО (UNESCO- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation) у *Препорукама за историјске урбане пејзаже* (енгл. *Recommendations on the historic urban landscape*), донетим 2011. год., наводи да: „Алати знања и планирања треба да помогну у заштити интегритета и аутентичности свих атрибута урбаног наслеђа. Они, такође, треба да препознају и укажу на културни значај и различитости, и омогуће праћење промена у циљу побољшања квалитета живота и урбаног простора. Ови алати би требало да укључе сву документацију, као и да изразе културне и природне карактеристике наслеђа. Наслеђе, друштвена и животна средина, треба да подрже и олакшају процесе у оквиру одрживог развоја.” Децембарски број водећег светског

* Ана Контић, асистент, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Департман за архитектонске технологије, an.ko@arh.bg.ac.rs

** Рената Јадрешин-Милић, доцент, Unitec Institute of Technology (Auckland, New Zealand), School of Architecture, rjadresinmilic@unitec.ac.nz

*** Раде Мрљеш, Завод за заштиту споменика културе града Београда, rade.mrljes@beogradsikonasledje.rs

научног часописа из области заштите наслеђа, *JSAH* (енгл. *Journal of the Society of Architectural Historians*), посвећен је управо теми дигитализације културног наслеђа (2017).

„Историчари архитектуре, радујте се (ево добре вести)! Ушли смо у доба у коме наша дисциплина може имати велику помоћ, бити обогачена, чак и трансформисана појављивањем доступних, јефтиних и лаких за коришћење технологија. Ови алати нам омогућавају да идентификујемо доказе који раније нису били видљиви или доступни, да повежемо и мапирамо географски и хронолошки референтне тачке података, прецизно, да спојимо базе података тако да комбинују информације из секундарних извора који заузврат генеришу нову врсту података, и да тестирамо претпоставке кроз 3Д моделе и анимације.“ (Bruzelius, 2017)

Наведени цитат указује на важност дигиталног документовања архитектонског наслеђа, као и свих појединачних метода које се користе, а чијом се интеграцијом постиже већи ниво тачности. Дигитализацијом архитектонског цртежа, проширило се и поље његовог деловања, а тиме и експерименталне могућности различитих облика визуелних истраживања (Kovač, 2017). У дигиталном амбијенту, цртеж постаје отворен ка прихватању одлика виртуелног простора (Kovač, 2017). Дигитална документација архитектонског наслеђа даје простора за изражајну квалитативност и аутентичност приказане грађевине, чиме се указују, деле и чувају атрибути архитектонског наслеђа. Генерисање 3Д модела, неопходан је услов дигиталне документације културне баштине, као платформе за реконструкцију, рестаурацију, анализу и визуелизацију (El-Hakim, Beraldin, 2002). Дефинисање адекватног нивоа тачности тродимензионалног приказа, резултат је четири главна параметра (Ortiz, Sánchez, Pires, Pérez, 2006):

- Циљ – дефинисани циљ процеса дигитализације одређује потребан квалитет модела. Процес дигитализације може бити урађен за потребе конструктивне анализе, деформацијске анализе, стварања виртуелне стварности, валоризације наслеђа...;
- Визуелни квалитет – свака метода омогућава постизање одређеног нивоа тачности и детаљности приказа. Овај параметар је директно везан за дефинисани циљ дигитализације. У зависности од тога шта је циљ, дефинишу се адекватне методе за постизање одговарајућег визуелног квалитета;
- Морфолошке карактеристике објекта – величина објекта, његове морфолошке карактеристике, али и приступачност (у односу на простор око њега), утичу на одабир одговарајућих метода у процесу дигитализације;
- Доступан буџет.

Методологија интегрисаног истраживања у процесу дигиталне документације архитектонског наслеђа, развија моделе презентације његовог материјалног и нематеријалног значења управо кроз интеграцију различитих коришћених метода, у циљу свеобухватне презентације. Предност методологије интегрисаног истраживања заснива се на могућности прилагођавања различитим морфолошким карактеристикама елемената који чине историјску грађевину. Намера овог рада је да се кроз студију случаја објасни методологија интегрисаног истраживања, полазећи од претпоставке да примена наведене методологије у студији случаја може бити значајна и упутна у даљем истраживању архитектонског наслеђа. Примарни циљ истраживања јесте да се дефинисана методологија идентификује, објасни и рашчлани, као интегрални део процеса дигиталне документације архитектонског наслеђа, кроз систематизацију и тумачење примењених метода. У складу са изнетом намером и циљевима истраживања, дефинисана је полазна хипотеза:



Сл. 1: Лизори
Fig. 1: Lizzori



Сл. 2: Лизори, унутар зидина
Fig. 2: Lizori, inside the walls

- Методологија интегрисаног истраживања, кроз интердисциплинарну платформу изучавања архитектонског наслеђа, с обзиром на његову специфичност, омогућава свеобухватно и продубљено документовање просторних, конструкцијских и обликовних карактеристика историјских грађевина, као и прилагођавање различитим морфолошким карактеристикама њихових појединих елемената, кроз комбиновање и прожимање традиционалних и дигиталних поступака.

СТУДИЈА СЛУЧАЈА

Лизори¹ је засеок у општини Кампело сул Клитуно (итал. Campello sul Clituno), Перуђа. Данашњи Лизори је кроз историју био уточиште и одмориште многих јединица царског Рима; служио је као одмориште царева и папа; као војно упориште између градова Сполето (Spoleto), Треви (Trevi), Фолињо (Foligno). У средњем веку, улога резиденцијалног комплекса односи превагу над војно-стратешком улогом, што је била честа пракса у Италији (Поповић, 2006). Тада настаје структура Лизорија коју данас познајемо – насеље омеђано зидовима, троугаоно утврђење терасасте структуре, са резиденцијалним здањима у паралелним улицама и главном, донжон кулом, на највишој тачки утврђења (Контић, Јадрешин-Милић, Мрљеш, 2018). Италијански уметник, Антонио Менегети (Antonio Meneghetti), седамдесетих година XX века, започео је процес реконструкције Лизорија, са циљем враћања његове историјске и архитектонске вредности. Данас, Лизори предствља уметничку и образовну лабораторију. Године 2018. организована је међународна летња школа архитектуре, са практичним и теоријским модулима. Пројекат је осмислила и организовала ИНТБАУ

Италија (INTBAU Italia), огранак ИНТБАУ платформе, која промовише очување наслеђа, традиционалне архитектуре и идентитета места у циљу подизања квалитета живота.² Међународни програм организован у Лизорију, подржан од стране италијанског Министарства културе и туризма (Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo), окупио је студенте са Новог Зеланда, из Холандије, Италије и Србије. Резултати рада ће наредне године бити објављени у књизи *Код Лизори* (енгл. *Lizori Pattern Book*), са циљем да у будућности служи као модел за идентификацију и евидентирање просторних културно-историјских целина, уз формирање базе података о архитектонском и урбаном наслеђу (Сл 1,2,3).

² Више на: <https://www.intbau.org/>,
<https://www.intbauitalia.org/>

Сл. 3: Лизори, унутар зидина
Fig. 3: Lizori, inside the walls



¹ Лизори је кованица, настала пре око 40 година, додељена засеоку у општини Кампело сул Клитуно (Campello sul Clituno), у округу Перуђа. Данашњи Лизори је кроз историју био уточиште и одмориште многих јединица царског Рима. Група инжењера, архитеката, занатлија, у координацији Антонија Менегетија, опоравила је Лизори, враћајући му историјску и архитектонску драгоценост и он је временом постао уметничка, културна и образовна лабораторија. Данас простор Лизорија припада појединцима или фондацијама који деле исту идеју о значају Лизорија за културну разноликост Италије и Умбрије. Пројекат *А за Лизори* (*An A for Lizori*) је пројекат који је подстакнут од стране Фондације за научнике и хуманистичка истраживања Антонио Менегети. Фондација пружа подршку културним, забавним, научним, уметничким догађајима који би довели до поновног активирања овог простора.



Сл. 4: Студио
Fig. 4: Studio

Сл. 5: Студио
Fig. 5: Studio

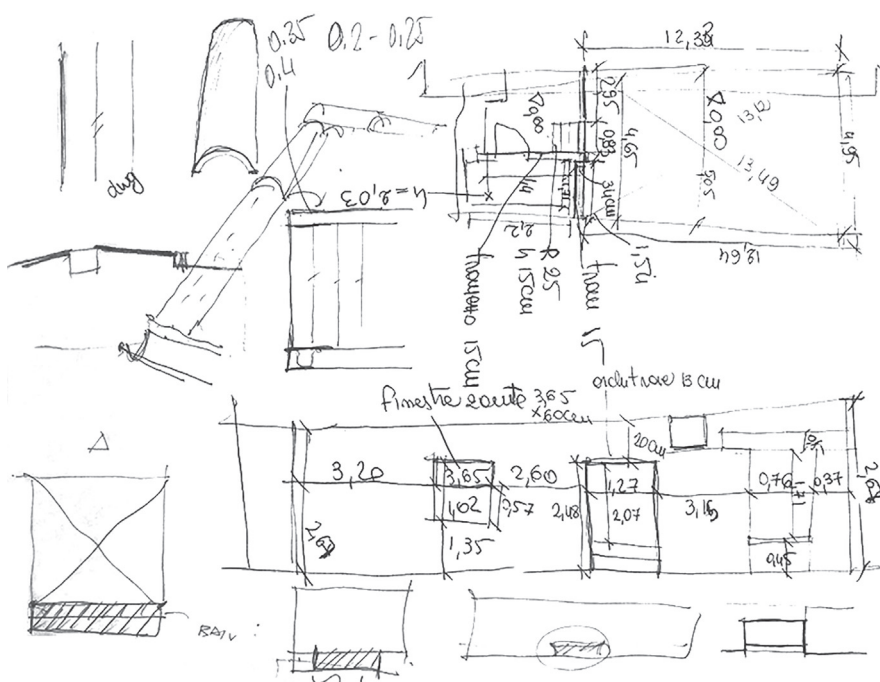
Прикупљање података: методе

Специфичност Лизорија, геометријских карактеристика грађевина које га чине, начин градње, употребљен материјал, диспозиција грађевина, указују на сву комплексност задатка дигиталног документовања. У циљу одговарајућег представљања карактеристика и идентитета Лизорија, први корак је био тумачење просторно обликоване и изграђене структуре, као основа за интерпретацију објекта тродимензионалним приказом. Како би се на одговарајући начин одговорило на постављени проблем, неопходно је било јасно уочити елементе склопа, разумети његове специфичности и у контексту тако постављених ствари дефинисати групе елемената и одговарајуће методе за прикупљање података. У раду ће бити приказан процес дигитализације једне од грађевина у ком су аутори активно учествовали.

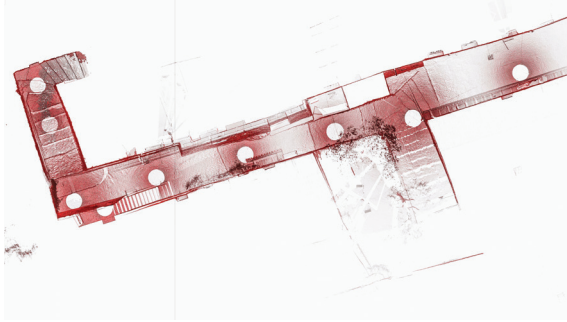
Први корак јесте била опсервација задате грађевине. Реч је о грађевини спратности П+1, у чијем се приземљу налази радни простор, студио, у којем је била организована теоријска и практична настава током трајања школе. (Сл.

4, 5) На спрату се налази конференцијска сала за пријем око 30 људи. Објекат заузима површину од око 40m². Опсервацијом су дефинисани циљеви, као и кораци које треба предузети како би се постављени циљеви остварили. Снимање се одвијало у четири групе.

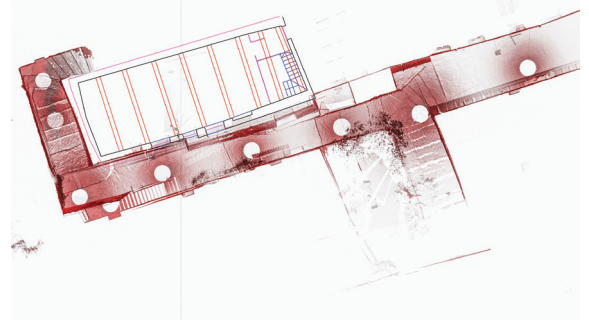
- У првој групи снимало се ручним ласером и узете су мере оба нивоа. Уз мерење је било потребно имати и скицу нивоа, где се уписују измерени подаци. Највећи недостатак ове методе био је у томе што је била погодна само за ентеријер. Односно, слојеви каменог зида (лице + трпанац + лице) су имали различите дебљине, што је условило да унутрашња и спољашња ивица зида нису паралелне, те само ласерским снимањем унутра није било могуће прецизно одредити димензије објекта (Сл. 6).
- У другу групу снимљених елемената спадају планови и елевације добијене ласерским скенирањем. Због вертикалних скраћења, адекватан начин узимања спољних мера елевација јесте ласерско скенирање



Сл. 6: Скице са лица места
Fig. 6: Field sketches



Сл. 8: Преклапање резултата
Fig. 8: Overlapping results

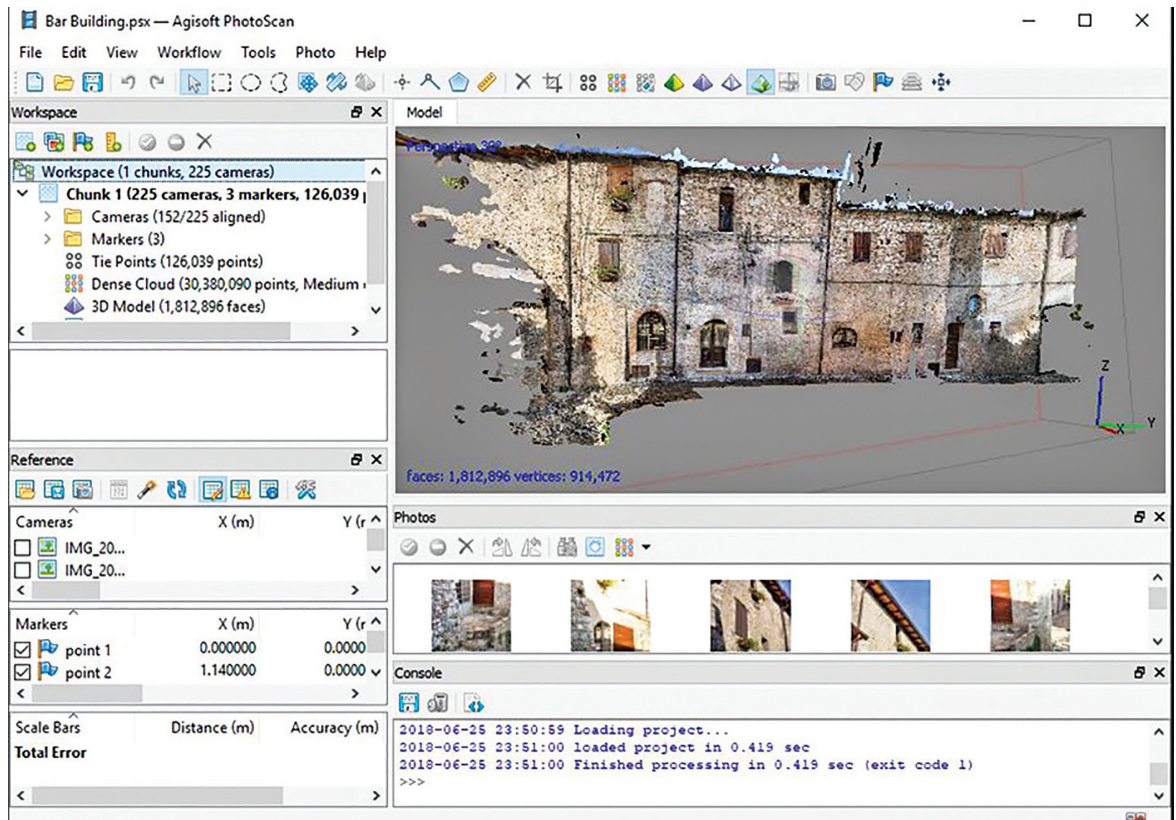


Сл. 7: Мерење ласерским скенером
Fig. 7: Laser scanning measurement

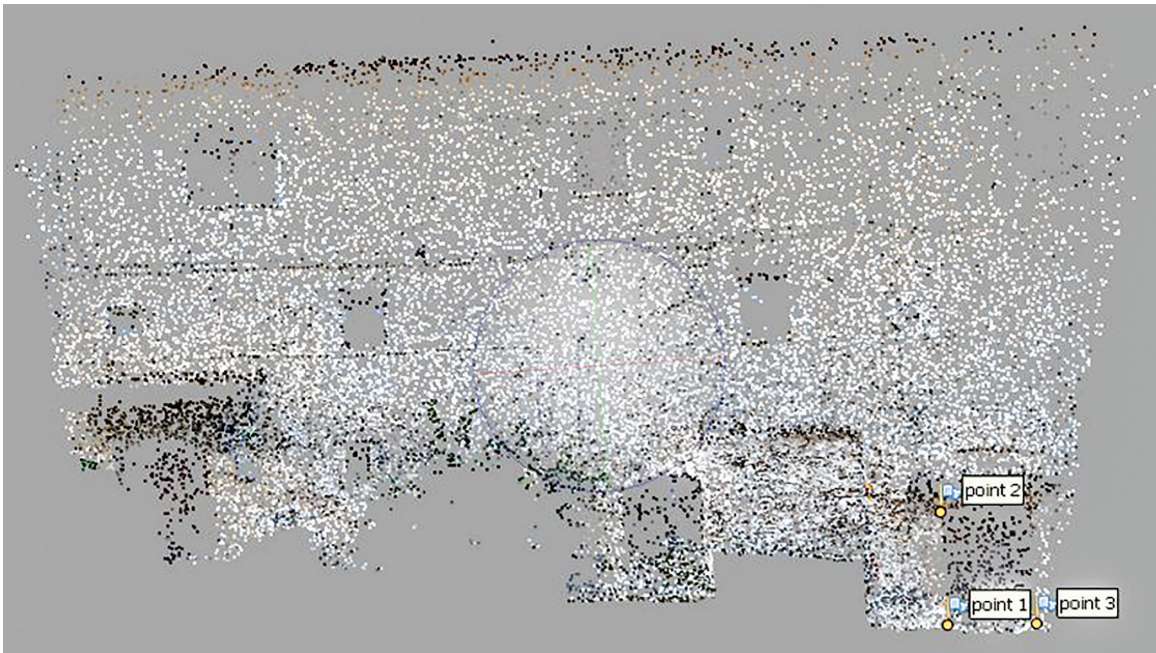
којим се дефинишу највише тачке геометрије, које имају своје координате, на основу којих се добијају информације о тачним висинама. Такође, употребом дрона добијају се информације о плану и свим просторним димензијама у основи, које је немогуће добити непосредним мерењем. На Сл. 7 приказани су резултати ласерског скенера, добијени уз помоћ дрона, на којима се види основа крова. Међутим, када ове резултате преклопимо са претходно добијеним подацима из ласерске методе (Сл. 8), уочава се да се једни и други подаци не поклапају. Ово је приказ суштинске предности интегрисаног истраживања.

Управо преклапањем резултата добијених различитим методама, узимајући у обзир могућност грешака сваке од метода, добија се виши степен тачности.

- Утређој групи снимале су се површине које карактеришу боје, текстуре и облици. Ту је примењена метода фотограметрије којом се бележе подаци о облику и структури. Фотограметрија функционише на принципу тачака – формирају се фотографије које програм препознаје као сет тачака. (Сл. 9) Обрадом се заједничке тачке, тачке забележене на више фотографија, препознају, спајају и формирају модел (Centofanti, Brusarogci, 2016). Зато је важно да фотографије које се



Сл. 9: Фотограметрија
Fig. 9: Photogrammetry



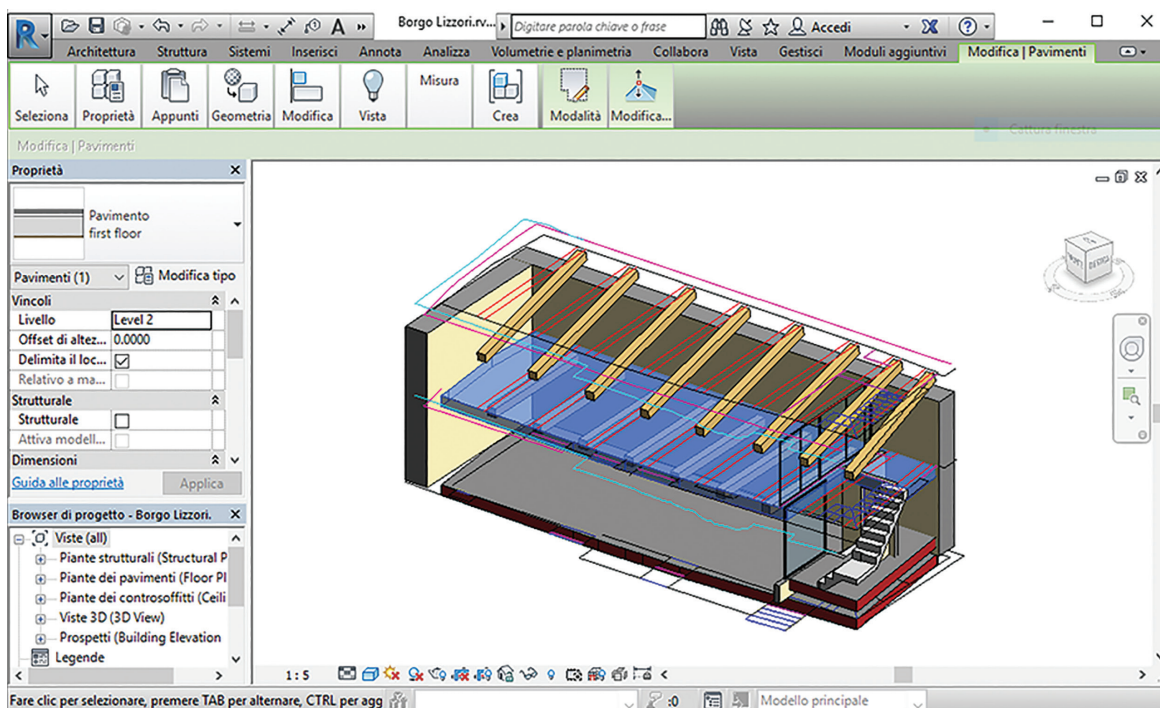
Сл. 10:
Фотограмтријски
принцип тачака
Fig. 10:
Photogrammetric points

користе у методи фотограмтрије буду преклопљене једна у односу на следећу 40%. Тачније, да бар 40% информација са једне фотографије мора да се нађе на следећој, како би се одговарајуће спојиле у процесу формирања модела. (Сл. 10).

- Четврту групу елемената чине декоративни елементи, специфични по својим карактеристикама, где је најтачнија метода традиционално мерење. Ова метода је коришћена за моделовање ограда, при чему је најпре вршена опсервација елемента, а потом скицирање и узимање мера, са уписивањем директно на скици. Након тога, моделовање се ради у Ревиту (енгл. Revit) и придружује осталим деловима модела.

Коришћене методе: вредновање

„Ако човеку кажемо да опише објекат, он ће тај проблем решити тако што ће описати све једноставне елементе објекта са свим њиховим атрибутима и карактером и њиховим релацијама” (Siza, 2006). Цитат Алвара Сизе (Alvaro Siza) описује почетак процеса креирања тродимензионалног модела, где се опсервацијом уочавају елементи објекта, њихове везе, и осмишљава сет корака које треба предузети у циљу дигиталне документације историјске грађевине. 3Д моделовање је креирање тродимензионалног модела који репрезентује стварну или замишљену просторну структуру. Методологија интегрисаног истраживања подразумева коришћење, а потом и интеграцију различитих метода



Сл. 11: HBIM
Fig. 11: HBIM

прикупљања података. На студији случаја се јасно могу одредити ток прикупљања података и потреба да се једна метода надомести другом, и обрнуто. Комплексност примењене методологије управо и јесте у интеграцији различитих предузетих акција, у циљу што веће тачности и свеобухватне презентације историјске грађевине. Употреба дигиталних технологија омогућава да се идентификују, синтетишу и мапирају референтни подаци кроз 3Д модел. Ова активност имплицира истраживање, испитивање, анализу сваког погодног метода, пажљиво организовање

истраживања, сходно могућностима и недостацима сваке примењене методологије. (Табела 1) Један од важних корака јесте управо дефинисање могућности и недостатака сваке коришћене методе, и у том контексту, одређивање одговарајуће шеме, плана истраживања. Крајњи резултат је формирање BIM (енгл. Building Information Model) модела, односно, у конкретном контексту, формирање HBIM (енгл. Heritage Building Information Model), модела који садржи свеобухватан сет података о конкретној историјској грађевини (Сл. 11).

Табела 1: Табеларни приказ коришћених метода

Table 1: Tabular overview of the methods used

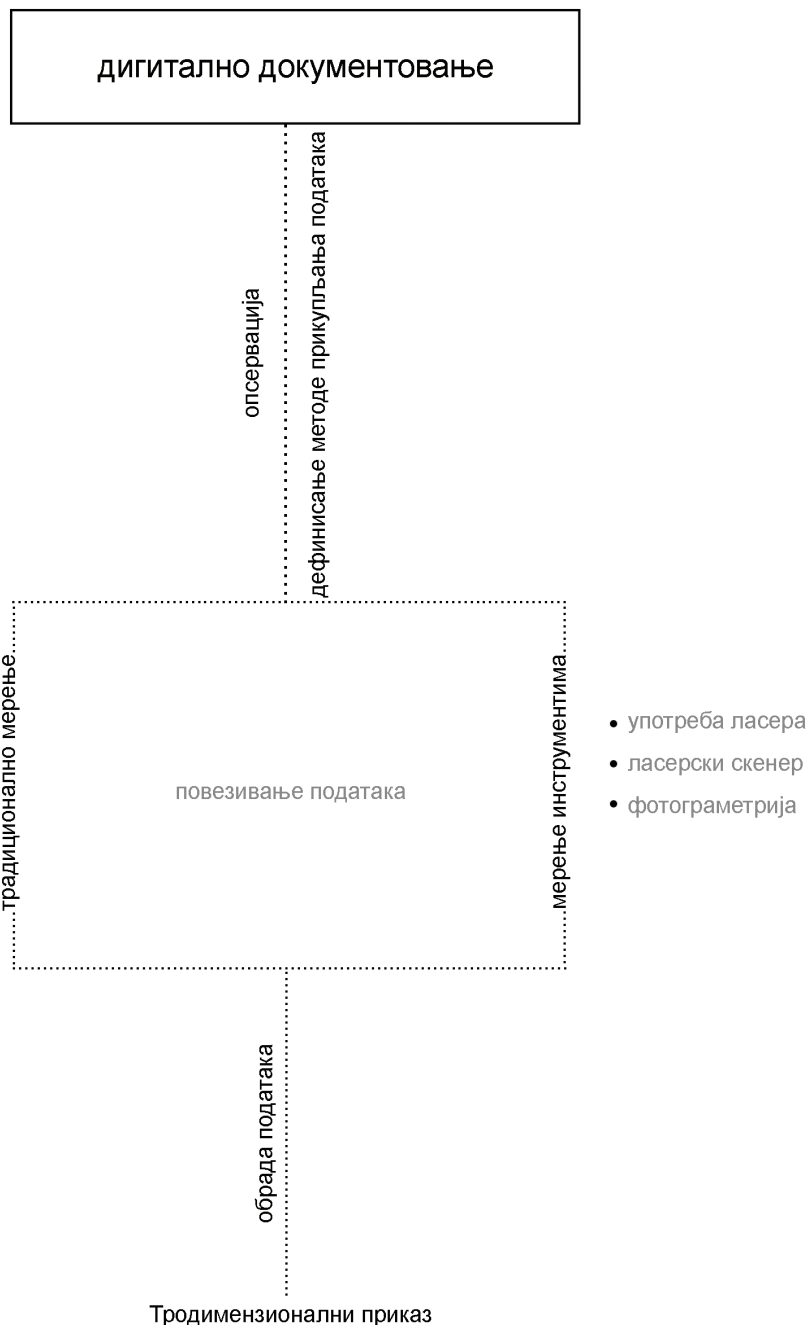
метода	могућности	недостаци
традиционално мерење	Омогућава непосредно прикупљање података. Не зависи од морфолошких карактеристика елемента. Могућност грешке зависи искључиво од онога ко прикупља податке.	Захтева доста време, уз припремање скице на коју се уписују подаци. Често захтева додатног члана у циљу смањења времена прикупљања података. Могућност грешке зависи од онога ко прикупља податке.
ласерско мерење	Скраћује време прикупљања података, у односу на традиционално мерење. Погодно за ентеријере. Могућ је самосталан рад.	Могућност грешке је иста на 20cm и 200m. Захтева припремање скице, јер не постоји могућност меморисања података. Као једина метода, није погодна, већ као метода почетног прикупљања података.
ласерски скенер ³	Погодна метода за снимање архитектонског наслеђа. Не зависи од комплексности објекта. Меморише податке, који су дефинисани са три координате. Погодно за мерење елевација.	Јака светлост и сенка могу да сметају приликом снимања, тачније препознавања геометрије. Финансијски аспект није занемарљив.
фотограмetriја ⁴	Једини алат је фотоапарат. Верно приказује боје, и могућност геометријске грешке је сведена на минимум. Метода која не захтева велика финансијска улагања.	Начин прављења фотографија је специфичан. Потребно је правити фотографије у одређено време, најбоље до 9 сати ујутру. Јаке сенке сметају, као и вегетација. Све фотографије морају бити направљене истим апаратом и у истој серији.

3 Више на: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/3d-laser-scanning-heritage/>

4 Више на: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/photogrammetric-applications-for-cultural-heritage/>

Сл. 12: Коришћене методе
Fig. 12: Methods used





Сл. 13: Схема процеса
Fig. 13: Scheme of the process

На Слици 12 дат је приказ додатних коришћених метода, у циљу свеобухватне презентације наслеђа Лизорија. Читав процес дигитализације шематски је приказан на Слици 13.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Дигитална документација захтева и подстиче сарадњу између дисциплина и због тога дијалог и размена знања могу обогатити и подстаћи истраживачка питања. Визуелизација је пример сарадње историчара, архитектата, инжењера, и као таква отвара различита поља и аспекте истраживања и испитивања, у циљу унапређења сазнања о важности и квалитету архитектонског наслеђа.

Кроз пример Лизорија, вишеслојног и богатог историјског и архитектонског дела, увиђа се сва комплексност и широк дијапазон примењених метода у циљу дигитализације наслеђа. Истовремено, увиђамо и значај таквог комплексног истраживања, као јединог правог начина за испитивање квалитета историјске грађевине. Посматрано као специфична методологија истраживања, дигитална документација је резултат комбиновања метода, од којих свака антиципира одређена сазнања. Овај пројекат је за аутора значио увод у тему интегрисаног истраживања, дао је основне смернице и основне вештине, али најважније, указао је на важност сарадње различитих дисциплина и комбиновања знања и различитих аспеката посматрања историјских грађевина.

ЗАХВАЛНИЦА

Овај рад је делимично резултат истраживања у оквиру научног пројекта ТР 36035 „Просторни, еколошки, енергетски и друштвени аспекти развоја насеља и климатске промене – међусобни утицаји“, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

- Amoruso, G., A. Manti (2016) *A BIM for the identity of historic urban landscapes*, *Disegnarecon* **Vol 9/no16**, pp. 15–25.
- Bruzelius, C. (2017) *Digital Technologies and New Evidence in Architectural History*, *Journal of the Society of Architectural Historians* **Vol 76/no.4**, pp. 436–439.
- Centofanti, M., S. Brusaporci (2016) *Architectural 3D modeling in historical buildings knowledge and restoration*, X Forum Internazionale di Studi, pp. 1–10.
- El-Hakim, S. F., J.-A. Beraldin (2002) *Detailed 3D Reconstruction of Monuments Using Multiple Techniques*, *Proceedings of the International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording – Complementing or Replacing Photogrammetry*, Corfu, Greece. September 1–2, 2002. pp. 13–18.
- Kontić, A., R. Jadrešin-Milić, R. Mrlješ (2018) *Međunarodna letnja škola o kulturnom pejzažu i očuvanju nasleđa, Lizori, Italija*, *Glasnik društva konzervatora Srbije* **42**, str. 227–231.
- Kovač, V. (2017) *Arhitektonski crtež u istraživačkom radu Đorđa Petrovića, period od 1971–1989*, Doktorska disertacija, Beograd, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu
- Ortiz, M., H. Sánchez, H. Pires, J.A. Pérez (2006) *Experiences about fusioning 3D digitalization techniques for cultural heritage documentation*, ISPRS Commission V Symposium 'Image Engineering and Vision Metrology', pp. 224–228.
- Petrović, Đ. (1972) *Vizuelne komunikacije*, Beograd, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Savez studenata Arhitektonskog fakulteta
- Popović, M. (2006) *Zamak u srpskim zemljama poznog srednjeg veka*, *Zbornik radova Vizantološkog instituta* **XLIII**, str. 189–207.
- Siza, Á. (1997) *Zapisi o arhitekturi*, Zagreb, AGM, 2006.